

Penerapan Logika Fuzzy Dalam Penjadwalan Waktu Kuliah

Setyoningsih Wibowo

Program Studi Informatika, Fakultas TEKNIK, Universitas PGRI Semarang

Gedung B, Lantai 3, Kampus I Jl. Sidodadi Tmur 24, Semarang

E-mail: ninink.1623@gmail.com

Abstract – *Scheduling in a college should be done so as to avoid overlap between subjects with each other or any other elements. As for scheduling must meet all conditions include courses, classrooms, lecture hours and their lecturers. Therefore we need an accurate method to adjust the scheduling system. At the time of scheduling research study using fuzzy logic, there are several methods used but the use of fuzzy inference system will be selected. The approach used in solving this problem, search theory through the study of literature from previous studies about scheduling time lectures, theory of fuzzy logic and fuzzy inference system. State of the art composed of research with the same theme with scheduling problems in college. The purpose of this study analyzed the use of fuzzy logic inference systems to overcome difficulties in arranging lecture time scheduling. By using twice the testing process is on schedule data odd semester of academic year 2012/2013 and schedule data even semester academic year 2012/2013. It is evident from the increase in the average value of 90.12% accuracy mamdani method and amounted to 70.63% accuracy value Sugeno method to the average difference in value amounted to 19.50% accuracy.*

Abstrak - Penjadwalan dalam suatu perguruan tinggi harus dilakukan dengan baik sehingga tidak menimbulkan tumpang tindih antar mata kuliah yang satu dengan yang lainnya atau pun unsur yang lain. Adapun penjadwalan harus memenuhi semua kondisi yang ada meliputi mata kuliah, ruang kuliah, jam kuliah beserta dosen pengampu. Oleh karena itu diperlukan metode yang akurat untuk mengatur sistem penjadwalan tersebut. Pada penelitian penjadwalan waktu kuliah dengan menggunakan logika fuzzy, ada beberapa metode yang digunakan akan tetapi penggunaan sistem inferensi fuzzy yang akan dipilih. Pendekatan yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan ini, pencarian teori melalui studi pustaka dari penelitian yang terdahulu tentang penjadwalan waktu kuliah, teori tentang logika fuzzy dan sistem inferensi fuzzy. *State of the art* disusun dari penelitian dengan tema yang sama dengan permasalahan penjadwalan waktu kuliah. Tujuan dari penelitian ini menganalisa penggunaan sistem inferensi logika fuzzy untuk mengatasi kesulitan dalam mengatur penjadwalan waktu kuliah. Dengan menggunakan dua kali proses pengujian yaitu pada data jadwal semester gasal tahun akademik 2012/2013 dan data jadwal semester genap tahun akademik 2012/2013. Hal ini terbukti dari peningkatan rata-rata nilai akurasi sebesar 90.12% metode mamdani dan nilai akurasi sebesar 70.63% metode sugeno dengan rata-rata selisih nilai akurasi sebesar 19.50%.

Kata kunci: Logika Fuzzy, Inferensi Logika, Metode Mamdani, Metode Sugeno

PENDAHULUAN

Penjadwalan waktu kuliah dalam suatu perguruan tinggi perlu mendapatkan perhatian karena ini merupakan pekerjaan yang sulit. Unsur-unsur dalam penjadwalan tersebut meliputi:

1. Jadwal mata kuliah tidak boleh ada yang sama, dengan kata lain tidak boleh ada jadwal yang sama dari angkatan sebelum dan sesudahnya sehingga mahasiswa dapat mengambil mata kuliah pada angkatan sebelum atau sesudahnya.
2. Jadwal jam dosen pengampu, agar tidak bentrok dengan jam mengajar pada mata kuliah lainnya dan kelas yang lain.
3. Jadwal penggunaan kelas, karena semakin banyak mahasiswa kendala penggunaan kelas yang bersamaan dengan kelas mata kuliah lain.

Disamping unsur-unsur tersebut dalam penyusunan penjadwalan waktu kuliah dibutuhkan metode optimasi yang dapat diterapkan untuk menyusun penjadwalan ini.

Pemasalahan yang timbul seringkali mengandung ketidakpastian, oleh karena itu logika fuzzy merupakan salah satu metode untuk melakukan analisa sistem yang mengandung ketidakpastian. Metode Mamdani dan metode Sugeno digunakan dalam penelitian ini untuk memperoleh tingkat akurasi yang paling akurat.

Konsep logika fuzzy mudah dimengerti, sangat fleksible, memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat, mampu memodelkan data-data nonlinier yang sangat kompleks, dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan, dapat bekerjasama dengan teknik kendali secara konvensional pada bahasa alami. (Pratiwi, 2005)

Algoritma evolusi fuzzy adalah sebuah teknik komputasi hasil perpaduan antara algoritma genetika dengan sistem fuzzy. Dalam algoritma evolusi fuzzy, tahapan proses sebuah masalah dapat diselesaikan seperti tahapan yang ada dalam algoritma genetika. Namun untuk penentuan parameter-parameter genetika seperti halnya nilai probabilitas rekombinasi (crossover) dan nilai probabilitas mutasi dihasilkan melalui sistem fuzzy. Algoritma evolusi fuzzy diharapkan menghasilkan hasil yang lebih optimal. (muzid, 2007)

Data-data penelitian ini diambil dari data perkuliahan yang ada di Akademi Teknologi Semarang, yaitu semester gasal dan semester genap tahun akademi 2012/2013. Maka data yang akan diolah sesuai dengan kondisi yang ada pada Akademi Teknologi Semarang.

Penjadwalan waktu kuliah ini tidak boleh adanya bentrok waktu antara kelas, dosen dan perkuliahan mahasiswa. Terutama untuk menghindari frekuensi kelas dan jarak mata kuliah yang pendek. Ada batasan jumlah sks untuk tiap dosen pengampu dalam beban kerjanya. Adanya jumlah ruang kuliah yang digunakan sebanyak 6 ruang, jumlah dosen sebanyak 28 orang dimana dosen bisa memilih jam mengajarnya sendiri. Adanya mata kuliah dengan ruang khusus (Praktikum) dimana kuliah teori dan kuliah praktek diruang yang berbeda.

Dengan menggunakan logika fuzzy diharapkan dapat mengatasi masalah penjadwalan waktu kuliah sehingga jadwal yang disusun tidak ada yang bentrok sehingga tidak perlu adanya revisi jadwal waktu kuliah. Logika fuzzy mempunyai beberapa inferensi logika yaitu metode Mamdani dan metode Sugeno yang mampu untuk memetakan suatu input kedalam suatu output tanpa mengabaikan faktor-faktor yang ada.

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka perumusan masalahnya adalah belum diketahuinya metode yang paling akurat diantara metode Mamdani dan Sugeno, guna mengatasi kesulitan menyusun penjadwalan mata kuliah. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa dan mengkomparasi metode Mamdani dan metode Sugeno untuk memperoleh metode mana yang paling akurat untuk membantu penyusunan jadwal mata kuliah. Manfaat teoritis, dapat menambah dan memperkaya konsep atau teori yang mendasari perkembangan ilmu pengetahuan tentang sistem inferensi logika fuzzy, khususnya tentang komparasi antara metode Mamdani dan metode Sugeno dan untuk mengetahui metode mana yang paling akurat diantara metode Mamdani dan Sugeno untuk menyelesaikan masalah penjadwalan mata kuliah. Adapun manfaat dari penelitian secara praktis adalah untuk membantumenyusun jadwal mata kuliah dengan tingkat akurasi yang baik dan berdampak terhadap kemudahan dalam menyusun jadwal mata kuliah yang memiliki banyak kriteria untuk dipertimbangkan. Manfaat kebijakan dari penelitian ini, dapat digunakan sebagai alat bantu bagi manajemen untuk mengambil keputusan dengan cepat terutama yang berhubungan dengan penyusunan jadwal mata kuliah. Sebagai acuan bagi peneliti yang akan melakukan penelitian lanjutan terutama yang berhubungan dengan sistem inferensi fuzzy metode Mamdani dan Sugeno untuk penyusunan jadwal mata kuliah.

PENELITIAN TERDAHULU

Menurut Justina Adamanti, penyelesaian masalah penjadwalan kuliah dengan algoritma genetika juga telah dilakukan oleh banyak pihak, diantaranya adalah Penjadwalan kuliah di Ateneo de Manila University dibuat oleh Ho sung C. Lee, yang juga merupakan tesisnya untuk

memperoleh gelar master pada matematika terapan. Kekhasan dari algoritma genetika yang disajikan oleh Lee adalah pemisahan kromosom menjadi 2 bagian untuk mengurangi kompleksitas komputasi yang dilakukan. Bagian pertama menyelesaikan masalah penempatan waktu untuk mata kuliah yang ada, dimana setiap mata kuliah telah memiliki dosen pengampu, dan bagian kedua menyelesaikan masalah penempatan ruangan bagi setiap mata kuliah. (Adamanti, 2002)

Menurut Araujo Filho, menggunakan konsep fuzzy seperti mendekatkan bahasa komputer dengan bahasa manusia, sejak manusia mempunyai keinginan untuk mengevaluasi obyek secara umum dan definisi dari keanggotaan fuzzy merangkum kegiatan ini. (Filho, 2003)

PENJADWALAN WAKTU KULIAH

Menurut Xu Zhenhao, dkk (2009) dalam makalahnya menuliskan : “Pada dunia tidak pasti dalam pemecahan masalah penjadwalan. Bagaimana cara persetujuan dengan masalah penjadwalan di bawah ketidakpastian pada prakteknya adalah penting. Karena jadwal yang baik tidak hanya dapat mengurangi biaya fabrikasi tetapi juga mengurangi kemungkinan melanggar tanggal jatuh tempo”. (Zhenhao, 2009)

Pendapat lain tentang penjadwalan mata kuliah sebagai berikut : “Penjadwalan kursus atau masalah penjadwalan sekolah terutama menunjuk pemanfaatan optimal dari kelas dan pemasangan waktu kuliah yang terurut di antara instruktur dan murid. Selama menyusun suatu jadwal, salah satu tantangan adalah untuk memastikan tidak ada ketentuan dari fakultas, mata kuliah, kelas, waktu, atau murid yang dilanggar”. (Fang, 2005)

Menurut Combs, dkk., “Masalah penjadwalan mata kuliah adalah sederhana untuk dimengerti, namun cukup kompleks

untuk mencapai solusi yang bervariasi dan sulit untuk diterapkan. Satu jadwal kursus akademis idealnya harus menjadi satu pasangan (biasanya dengan hari dalam seminggu dan periode waktu pada yang lain), seperti format biasa dan pengecekan fasilitas secara visual untuk menyusun penjadwalan".(Combs, 2005)

LOGIKA FUZZY

Logika Fuzzy

Konsep tentang logika fuzzy diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada 1962. Logika fuzzy adalah metodologi sistem kontrol pemecahan masalah, yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem, mulai dari sistem yang sederhana, sistem kecil, embedded system, jaringan PC, multi-channel atau workstation berbasis akuisisi data dan sistem kontrol. (Sutojo, 2011)

Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika fuzzy, antara lain (1) Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti. (2) Logika fuzzy sangat fleksible (3) Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat. (4) Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinier yang sangat kompleks. (5) Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan. (6) Logika fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendal secara konvensional. (7) Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami. (Kusumadewi S., 2003)

Pada teori himpunan fuzzy, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau membership function menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika fuzzy tersebut. (Kusumadewi S. P., 2010)

Sebelum munculnya teori logika fuzzy (fuzzy logic), dikenal sebuah logika tegas (crisp logic) yang memiliki nilai benar atau salah secara tegas. Sebaliknya logika fuzzy merupakan sebuah logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (fuzzyness) antara benar dan salah. Dalam teori logika fuzzy sebuah nilai bisa bernilai benar atau salah secara bersamaan namun berapa besar kebenaran dan kesalahan suatu nilai tergantung kepada bobot keanggotaan yang dimilikinya.

Perbedaan antara kedua jenis logika tersebut adalah : logika tegas memiliki nilai tidak = 0.0 dan ya = 1.0, sedangkan logika fuzzy memiliki nilai antara 0.0 hingga 1.0 .

Dalam kondisi yang nyata, beberapa aspek dalam dunia nyata selalu atau biasanya berada diluar model matematis dan bersifat inexact. Konsep ketidakpastian inilah yang menjadi konsep dasar munculnya konsep logika fuzzy.

Pada prinsipnya himpunan fuzzy adalah perluasan himpunan crisp, yaitu himpunan yang membagi sekelompok individu kedalam dua kategori, yaitu anggota dan bukan anggota.

Pada himpunan tegas (crisp), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu_A[x]$, memiliki 2 kemungkinan, yaitu :

Pada himpunan crisp, nilai keanggotaan ada 2 kemungkinan, yaitu 0 atau 1. Sedangkan pada himpunan fuzzy nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1. Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy.

Fungsi keanggotaan (membership function) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data kedalam nilai keanggotaan yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi keanggotaan yang bisa digunakan diantaranya :

1. Grafik keanggotaan kurva linier
2. Grafik keanggotaan kurva segitiga
3. Grafik keanggotaan kurva trapesium
4. Grafik keanggotaan kurva bentuk bahu
5. Grafik keanggotaan kurva-S
6. Grafik keanggotaan bentuk lonceng

Metode Mamdani

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama metode min-max. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output diperlukan 4 tahapan, diantaranya:

1. Pembentukan himpunan fuzzy
Pada metode Mamdani baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
2. Aplikasi fungsi implikasi
Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah min.
3. Komposisi aturan
Metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu Metode max (maximum). Secara umum dapat dituliskan :

$$\mu_{sf}[X_i] = \max(\mu_{sf}[X_i], \mu_{kf}[X_i])$$

1)

dengan :

$$\mu_{sf}[X_i] = \text{nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke } i$$

$$\mu_{kf}[X_i] = \text{nilai keanggotaan konsekuan fuzzy aturan ke } i \text{ (Djunaidi, 2005)}$$
4. Penegasan (defuzzy)
Defuzzifikasi pada komposisi aturan mamdani dengan menggunakan metode centroid. Dimana pada metode ini,

solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah fuzzy. Secara umum dirumuskan:

$$\mu((x) = \frac{\int_a^b x \mu(x) dx}{\int_a^b \mu(x) dx} \quad 2)$$

atau

$$\mu((x) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \mu(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(x_i)} \quad 3)$$

Ada dua keuntungan menggunakan metode centroid, yaitu :

1. Nilai defuzzifikasi akan bergerak secara halus sehingga perubahan dari suatu himpunan fuzzy juga akan berjalan dengan halus.
2. Lebih mudah dalam perhitungan.

Beberapa metode defuzzifikasi aturan Mamdani :

- a. Metode Centroid (Composite Moment)
Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil pusat rata-rata terbobot w dari n fuzzy set. Secara matematis solusi crisp dapat ditentukan dengan:

$$z' = \frac{\sum_{i=1}^n z_i \cdot w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad 4)$$

Metode penegasan center of average atau centroid merupakan metode yang paling banyak digunakan dalam sistem fuzzy dan kontrol fuzzy. Secara komputasi, metode ini lebih mudah dan masuk akal.

- b. Metode Bisektor
Pada metode ini, output crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain fuzzy yang memiliki nilai keanggotaan setengah dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah fuzzy atau dapat ditulis:

$$\sum_{i=w_i}^p \mu(z_i) = \sum_{z=p}^i \mu(z_i) \quad 5)$$
- c. Metode Mean of Maximun (MOM)
Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata

domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

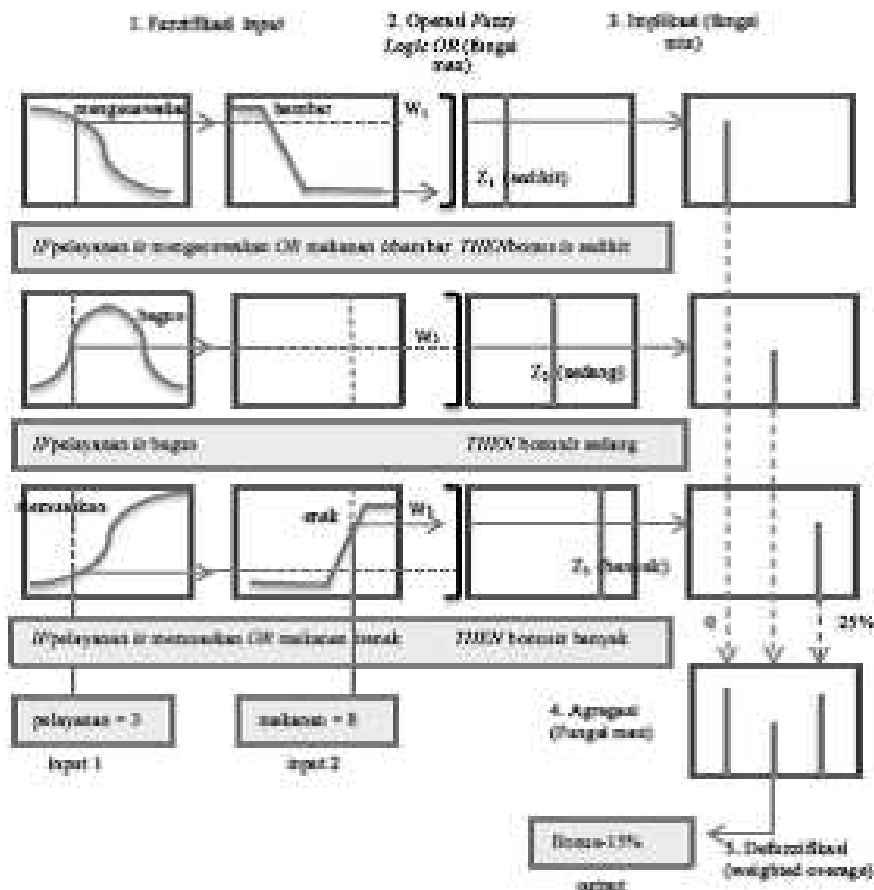
- d. Metode Largest of Maximum(LOM)
Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.
- e. Metode Smallest of Maximum(SOM)
Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum. (Kusumadewi S., 2003)

Metode Sugeno

Sistem inferensi fuzzy menggunakan metode Sugeno, memiliki karakteristik yaitu konsekuen tidak merupakan himpunan fuzzy, namun merupakan suatu persamaan linier

dengan variabel-variabel sesuai dengan variabel-variabel inputnya. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Ada 2 model untuk sistem inferensi fuzzy dengan menggunakan metode TSK, yaitu model TSK orde-0 dan model TSK orde-1.(Naba, 2009)

Keluaran aturan demikian bukan dalam bentuk fungsi keanggotaan, tetapi sebuah bilangan yang mana berubah secara linier terhadap variabel-variabel input, yaitu mengikuti suatu persamaan bidang $z = av + bw + c$. Jika $b=0$, sistem inferensi dikatakan berorder satu dimana keluarannya mengikuti persamaan garis, yaitu $z = av + c$. Jika $a=b=0$, sistem inferensi dikatakan berorder nol, karena keluarannya berupa sebuah bilangan konstan, yaitu $z=c$.



Gambar 1. Proses sistem inferensi Sugeno

Dengan pendekatan fuzzy maka pemodelan bisa disederhanakan dengan hanya berdasarkan pada beberapa IF THEN rule yang mudah dipahami. IF THEN rules yang dimaksud adalah:

if pelayanan is mengecewakan or makanan is hambar then bonus is sedikit

if pelayanan is bagus then bonus is sedang

if pelayanan is memuaskan or makanan is enak then bonus is banyak

Metode fuzzy secara teori dapat dibandingkan seperti pada tabel berikut:

Tabel 1. metode Mamdani dan Sugeno

	Sistem Inferensi Fuzzy	
	Mamdani	Sugeno
Antecedent (kondisi)	Berupa fuzzy set	Berupa fuzzy set
Consequent (kesimpulan, fungsi keanggotaan keluaran)	Berupa fuzzy set	Konstan atau Linier
Tahap interpretasi dan inerensi	Fuzzifikasi, operasi fuzzy logic (and atau or), implikasi, agregasi, defuzzifikasi	Fuzzifikasi, operasi fuzzy logic (and atau or), implikasi, agregasi, defuzzifikasi
Hasil Akhir	Berupa himpunan fuzzy	Menggunakan weighted average
Kemampuan	Fleksibel di berbagai bidang	Fleksibel di berbagai bidang

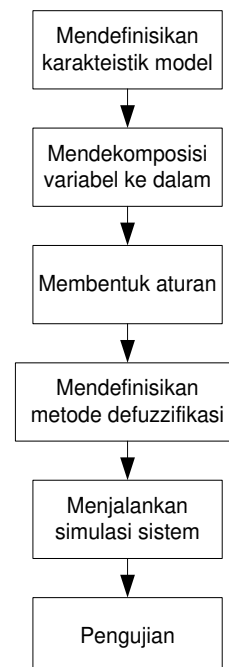
Kelebihan FIS (Fuzzy Inference System) tipe Sugeno :

- Efisien dalam komputasi
- Cocok untuk pemodelan-pemodelan sistem linier
- Cocok untuk digabung dengan teknik optimisasi dan adaptif
- Menjamin kontinuitas keluaran
- Memungkinkan dilakukan analisis matematis.

Kelebihan FIS tipe Mamdani :

- Bersifat intuitif
- Diterima secara luas
- Sangat cocok diberi human input.(Naba, 2009)

Untuk melakukan perancangan suatu sistem fuzzy perlu dilakukan beberapa tahapan, yaitu sesuai dengan gambar flowchart dibawah ini.



Gambar 2. Perancangan sistem

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen, dengan tahapan penelitian sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data
Pengumpulan data merupakan langkah awal pada suatu penelitian. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data perkuliahan di Akademi Teknologi Semarang.
2. Pengolahan Awal
Pengolahan awal (Preprocessing) merupakan tahap untuk mempersiapkan data yang telah diperoleh dari tahap pengumpulan data, yang akan digunakan pada tahap selanjutnya.
3. Eksperimen dan Pengujian
Tahapan ini akan membahas tahapan penelitian dan teknik pengujian yang akan digunakan.
4. Evaluasi dan Validasi Penelitian
Tahapan ini akan membahas hasil evaluasi dari eksperimen yang telah digunakan.

Dalam penelitian diasumsikan untuk variabel input adalah jumlah SKS, beban wajib mengajar, jadwal mengajar dan untuk variabel output adalah pembagian jadwal. Variabel jumlah SKS adalah jumlah SKS yang diampu oleh dosen pengampu dalam satu semester. Variabel beban wajib mengajar adalah variabel jumlah SKS mata kuliah yang diampu dan dilaksanakan pada jam kerja. Dan variabel pembagian jadwal adalah keluaran yang menentukan besarnya proporsi antara dalam jam kerja dan luar jam kerja, dimana pembagian jadwal untuk dalam jam kerja.

Maka dapat dijelaskan parameter untuk fuzzifikasi input dan output sebagai berikut:

1. Jumlah SKS (JSKS) mempunyai tiga nilai linguistik: kurang, sedang, lebih.

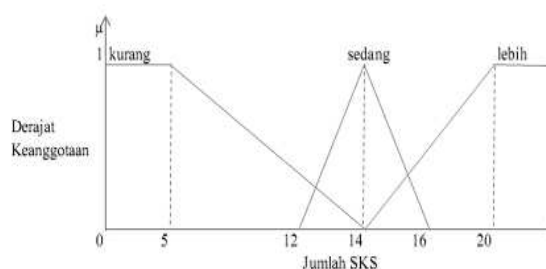
2. Beban wajib mengajar (BKD) mempunyai tiga nilai linguistik: rendah, sedang, tinggi.
3. Jadwal pagi (JP) mempunyai dua nilai linguistik: sedikit, banyak.
4. Jadwal siang (JS) mempunyai dua nilai linguistik: sedikit, banyak.
5. Jadwal malam (JM) mempunyai dua nilai linguistik: sedikit, banyak.
6. Pembagian jadwal (PJ) mempunyai dua nilai linguistik: dalam jam kerja dan luar jam kerja.

Tahap ini akan dihitung nilai derajat keanggotaan untuk semua data. Sebagai contoh diambil dari data pertama dengan dosen 1 yang mempunyai jumlah SKS 12 dan beban wajib mengajar sebesar 12 SKS sebagai berikut:

1. Menghitung derajat keanggotaan jumlah SKS

Tabel 2.
Nilai linguistik jumlah SKS

Nilai linguistik	Interval
Kurang	$\leq 5 - \leq 14$
Sedang	12 – 16
Lebih	≥ 20



Gambar 3. Grafik jumlah sks

$$\mu_{kurang}[u] = \begin{cases} 1 & u \leq 5 \\ (14-u)/9 & 5 \leq u \leq 14 \end{cases} \quad 6)$$

$$\mu_{sedang}[u] = \begin{cases} 0 & u \leq 12 \text{ atau } u \geq 16 \\ (u-12)/9 & 12 \leq u \leq 14 \\ (16-u)/9 & 14 \leq u \leq 16 \end{cases}$$

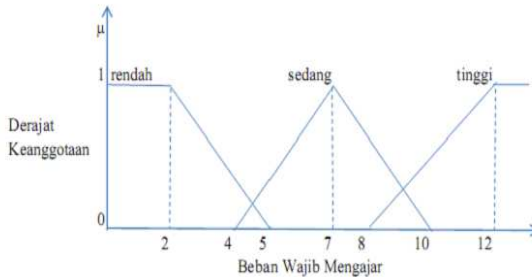
$$\mu_{lebih}[u] = \begin{cases} (u-14)/6 & 14 \leq u \leq 20 \\ 1 & u \geq 20 \end{cases} \quad 8)$$

2. Menghitung derajat keanggotaan beban wajib mengajar

Tabel 3.

Nilai linguistik beban wajib mengajar

Nilai linguistik	Interval
Rendah	≤ 2
Sedang	$4 - \geq 10$
Tinggi	≥ 212



Gambar 4. Grafik beban wajib mengajar

$$\mu_{rendah}[v] = \begin{cases} 1 & v \leq 2 \\ (5-v)/3 & 2 \leq v \leq 5 \end{cases} \quad 9)$$

$$\mu_{sedang}[v] = \begin{cases} (v-4)/6 & 4 \leq v \leq 7 \\ (10-v)/3 & 7 \leq v \leq 10 \end{cases} \quad 10)$$

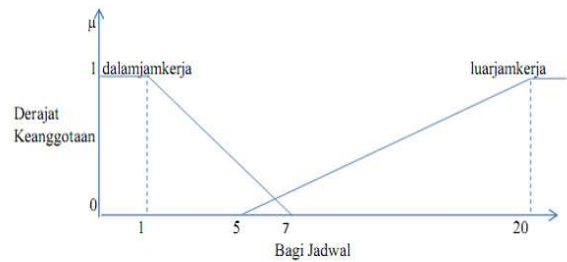
$$\mu_{tinggi}[v] = \begin{cases} (v-8)/4 & 8 \leq v \leq 12 \\ 1 & v \leq 12 \end{cases} \quad 11)$$

3. Menghitung derajat keanggotaan pembagian jadwal

Tabel 4.

Nilai linguistik pembagian jadwal

Nilai linguistik	Interval
Dalam jam kerja	$\leq 1 - \leq 7$
Luar jam kerja	$\geq 5 - \geq 20$



Gambar 5. Grafik pembagian jadwal

$$\mu_{dalam}[z] = \begin{cases} 1 & z \leq 1 \\ (7-z)/6 & 1 \leq z \leq 7 \end{cases} \quad 12)$$

$$\mu_{luar}[z] = \begin{cases} (z-5)/15 & 5 \leq z \leq 20 \\ 1 & z \leq 20 \end{cases} \quad 13)$$

Proses inferensi, aturan fuzzy untuk memperoleh komposisi pembagian waktu kuliah untuk dosen pengampu sesuai dengan beban kerja dosen. Pembagian jadwal untuk dalam jam kerja dan luar jam kerja.

Proses fuzzifikasi, pada tahap ini akan dihitung nilai derajat keanggotaan untuk semua data. Secara keseluruhan nilai derajat keanggotaan untuk setiap data.

Tabel 5.

Derajat keanggotaan jumlah sks

Dosen	Jml sks	Kurang	Sedang	Lebih
1	10	0.20	-	-
2	16	-	-	0.65
3	13	-	0.48	-
4	10	-	-	0.15
5	18	-	-	0.65
6	22	-	-	1.00
7	12	0.20	-	-
8	6	0.89	-	-
9	16	-	-	0.65
10	16	-	-	0.65

11	7	0.78	-	-
12	16	-	-	0.65
13	4	1.00	-	-
14	25	-	-	0.89
15	4	1.00	-	-
16	6	0.89	-	-
17	14	-	-	0.33
18	12	-	-	1.00
19	13	0.89	-	-
20	6	0.89	-	-

Tabel 6.

Derajat keanggotaan beban wajib mengajar

Dosen	Jml sks	Kurang	Sedang	Lebih
1	10	-	-	1.00
2	16	-	-	1.00
3	13	-	-	1.00
4	10	-	-	1.00
5	18	-	1.00	-
6	22	1.00	-	-
7	12	-	0.17	-
8	6	-	-	1.00
9	16	-	-	1.00
10	16	-	-	1.00
11	7	-	-	0.75
12	16	-	-	1.00
13	4	-	-	1.00
14	25	-	-	1.00
15	12	-	-	1.00
16	12	-	1.00	-
17	12	-	-	1.00
18	12	-	1.00	-
19	13	-	-	1.00
20	6	-	-	1.00

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem Inferensi Mamdani

Mempunyai beberapa tahap dalam prosesnya:

- 1 Tahap awal adalah menentukan variabel masukan.

- 2 Tahap kedua proses fuzzifikasi yaitu menentukan derajat keanggotaan dari variabel masukan.
- 3 Tahap ke 3 adalah operasi logika fuzzy dimana perlu dilakukan jika bagian antecedent lebih dari satu pernyataan melakukan operasi-operasi logika fuzzy. Hasilnya adalah derajat kebenaran antecedent yang berupa bilangan tunggal. Operator fuzzy untuk melakukan operasi and dan or bisa dibuat sendiri.
- 4 Tahap yang ke 4 adalah implikasi yaitu menerapkan metode implikasi untuk menentukan bentuk akhir fuzzy set keluaran. Consequent atau keluaran dari aturan fuzzy ditentukan dengan mengisikan kumpulan fuzzy keluaran ke variabel keluaran. Fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.
- 5 Tahap yang ke 5 agregasi yaitu proses mengkombinasikan keluaran semua aturan if-then menjadi sebuah kumpulan fuzzy tunggal menggunakan fungsi Max.
- 6 Tahap yang ke 6 defuzzifikasi yaitu mengisikan bilangan tunggal ke variabel keluaran dengan metode centroid atau center of area.

Sistem Inferensi Sugeno

Dalam banyak hal, metode Sugeno mirip dengan metode Mamdani. Perbedaan terletak pada jenis fungsi keanggotaan yang dipakai dalam bagian consequent. Tahapan dari proses ini adalah:

- 1 Tahap awal dengan menentukan variabel masukan.
- 2 Tahap selanjutnya proses fuzzifikasi: menentukan derajat keanggotaan dari variabel masukan.
- 3 Tahap yang ke 3 adalah operasi logika fuzzy dimana perlu dilakukan jika bagian antecedent lebih dari satu pernyataan melakukan operasi-operasi logika fuzzy. Hasil dari tahap proses ini adalah derajat

kebenaran antecedent yang berupa bilangan tunggal. Operator fuzzy untuk melakukan operasi AND dan OR bisa dibuat sendiri.

- 4 Tahap yang ke 4 adalah proses implikasi: menerapkan metode implikasi untuk menentukan bentuk akhir fuzzyset keluaran. Consequent atau keluaran dari aturan fuzzy ditentukan dengan mengisikan keanggotaan keluaran yang bersifat linier atau konstan.
- 5 Tahap yang ke 5 adalah agregasi yaitu proses mengkombinasikan keluaran dimana keluaran bukan dalam bentuk fungsi keanggotaan, tetapi sebuah bilangan yang mana berubah secara linier terhadap variabel-variabel input, yaitu mengikuti suatu persamaan bidang $z = av + bw + c$. Jika $b=0$, dikatakan berorder satu dimana keluarannya mengikuti persamaan garis, yaitu $z=av+c$. Jika $a=b=0$, dikatakan berorder nol, karena keluarannya berupa sebuah bilangan konstan, yaitu $z=c$.
- 6 Tahap terakhir yaitu proses defuzzifikasi: mengisikan bilangan tunggal ke variabel keluaran.

Perbandingan Metode Mamdani dan Metode Sugeno

Perbandingan keakuratan antara menggunakan metode mamdani dan metode sugeno dijelaskan pada bagian ini. Pengertian akurasi adalah seberapa besar nilai keakuratan mendekatinilai suatu angka hasil pengukuran terhadap angka sebenarnya. Akurat yang dimaksud dalam penelitian ini adalah angka hasil pengukuran, yaitu nilai z dari metode Mamdani dan metode Sugeno yang menunjukkan hasil output yang benar berdasarkan nilai standar yang ditetapkan.

Nilai standar untuk metode Mamdani adalah nilai yang ditetapkan berdasarkan fungsi keanggotaan

keakuratan berdasarkan:

- 1 Jika variabel output pembagian jadwal dan jika nilai $z \leq 5$ maka outputnya adalah “Dalam jam kerja” dan jika nilai $z > 5$ maka outputnya adalah “Luar jam kerja”.
- Penentuan output adalah “Dalamjamkerja” dan $JSKS \leq BKD$ dan nilai $z \leq$ nilai standar atau
- 2 Jika output adalah “Luarjamkerja” dan $JSKS > BKD$ dan nilai $z >$ nilai standar maka hasilnya = akurat
- 3 Jika tidak hasilnya = tidak akurat.

Tabel 7.

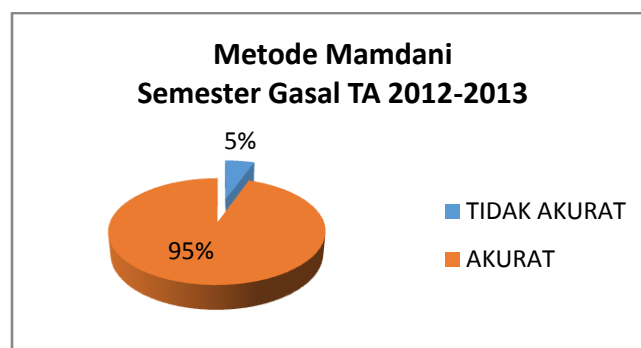
Hasil perbandingan metode mamdani

DOSEN	VARIABEL INPUT		JM	NILAI z MAMDANI	PEMBAGIAN JADWAL		HASIL
	JSKS	BKD			STANDART	OUTPUT	
1	12	12	4	3.15	5	dalam jam kerja	akurat
2	18	12	6	13.65	5	luar jam kerja	akurat
3	15	12	6	13.65	5	luar jam kerja	akurat
4	12	12	4	3.25	5	dalam jam kerja	akurat
5	18	7	6	13.34	5	luar jam kerja	akurat
6	24	2	6	14.73	5	luar jam kerja	akurat
7	12	5	6	3.15	5	dalam jam kerja	tidak akurat

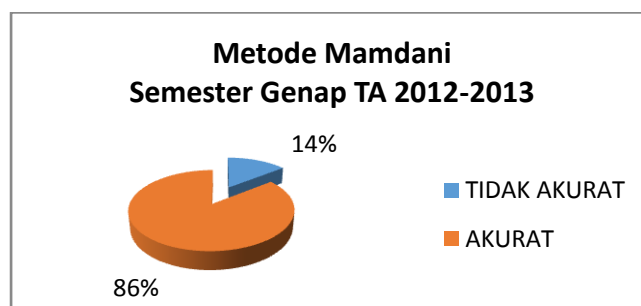
8	6	12	6	2.75	5	dalam jam kerja	akurat
9	16	12	6	13.89	5	luar jam kerja	akurat
10	18	11	3	14.20	5	luar jam kerja	akurat
11	7	12	6	3.08	5	dalam jam kerja	akurat
12	18	12	3	14.20	5	luar jam kerja	akurat
13	4	12	6	2.43	5	dalam jam kerja	akurat
14	27	12	1	14.17	5	luar jam kerja	akurat
15	4	12	5	2.70	5	dalam jam kerja	akurat
16	6	7	2	2.80	5	dalam jam kerja	akurat
17	16	12	2	13.86	5	luar jam kerja	akurat
18	14	7	6	13.77	5	luar jam kerja	akurat
19	15	12	3	14.30	5	luar jam kerja	akurat
20	6	12	5	2.85	5	dalam jam kerja	akurat

Nilai standar dari perhitungan menggunakan metode mamdani diperoleh dari perhitungan yaitu: $(7-5)/6 = 0.333$ dan $(5-5)/15 = 0$. Untuk memperoleh output, diperlukan aturan sebagai berikut:
Jika $BKD \geq JSKS/3$ dan $BKD \geq JSKS/2$ Dan $(JP + JS + JM) * 3 \leq BKD$ dan $(JP + JS + JM) * 2 \leq BKD$ Dan nilai standar ≤ 5
Maka output = “Dalamjamkerja”
Jika tidak output = “Luarjamkerja”

Untuk memperoleh nilai keakuratan, diperlukan aturan sebagai berikut:
Jika output = “Dalamjamkerja” dan $JSKS \leq BKD$ dan nilai $z \leq$ nilai standar Atau output = “Luarjamkerja” dan $JSKS > BKD$ dan nilai $z >$ nilai standarMaka hasil = “Akurat”
Jika tidak hasil = “Tidak Akurat”
Maka diperoleh hasil akurasi sebesar 94.56%,



Gambar 6. Nilai akurasi metode mamdani untuk semester gasal TA 2012-2013



Gambar 7. Nilai akurasi metode mamdani untuk semester genap TA 2012-2013

Nilai standar untuk metode Sugeno adalah nilai yang ditetapkan berdasarkan fungsi keanggotaan variabel output pembagian jadwal yaitu jika nilai $z < 7$ maka outputnya adalah “Dalamjamkerja” dan jika

nilai $z \geq 7$ maka outputnya adalah “Luarjamkerja”. Nilai standar diperoleh dari perhitungan yaitu: $(7-7)/6 = 0$ dan $(7-5)/15 = 0.133$.

Tabel 8.
Hasil perbandingan metode Sugeno

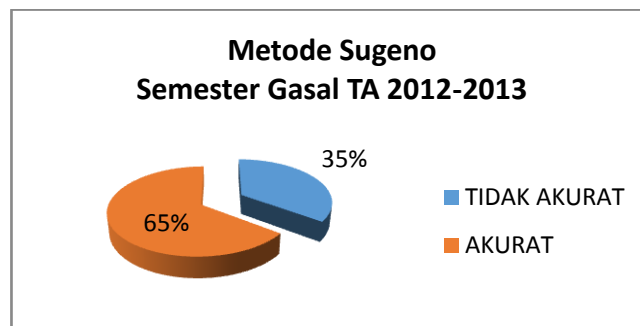
DOSEN	VARIABEL INPUT		JM	NILAI z SUGENO	PEMBAGIAN JADWAL		HASIL
	JSKS	BKD			STANDART	OUTPUT	
1	12	12	4	7	7	dalam jam kerja	tidak akurat
2	18	12	6	114	7	luar jam kerja	akurat
3	15	12	6	98	7	luar jam kerja	akurat
4	12	12	4	7	7	dalam jam kerja	tidak akurat
5	18	7	6	114	7	luar jam kerja	akurat
6	24	2	6	156	7	luar jam kerja	akurat
7	12	5	6	7	7	dalam jam kerja	tidak akurat
8	6	12	6	7	7	dalam jam kerja	tidak akurat
9	16	12	6	153	7	luar jam kerja	akurat
10	18	11	3	134	7	luar jam kerja	akurat
11	7	12	6	7	7	dalam jam kerja	tidak akurat
12	18	12	3	124	7	luar jam kerja	akurat
13	4	12	6	7	7	dalam jam kerja	tidak akurat
14	27	12	1	156	7	luar jam kerja	akurat
15	4	12	5	7	7	dalam jam kerja	tidak akurat
16	6	7	2	7	7	dalam jam kerja	tidak akurat
17	16	12	2	101	7	luar jam kerja	akurat
18	14	7	6	98	7	luar jam kerja	akurat
19	15	12	3	96	7	luar jam kerja	akurat
20	6	12	5	7	7	dalam jam kerja	tidak akurat

Untuk memperoleh output, diperlukan aturan sebagai berikut: Jika $BKD \geq JSKS/3$ dan $BKD \geq JSKS/2$ dan $(JP + JS + JM) * 3 \leq BKD$ dan $(JP + JS + JM) * 2 \leq BKD$ Dan nilai standar ≤ 7 Maka output = “Dalamjamkerja” Jika tidak output = “Luarjamkerja”

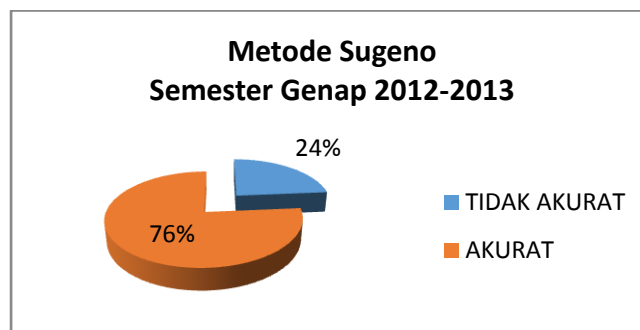
Untuk memperoleh nilai keakuratan, diperlukan aturan sebagai berikut: Jika output = “Dalamjamkerja” dan $JSKS \leq BKD$ dan nilai $z \leq$ nilai standar Atau output

= “Luarjamkerja” dan $JSKS > BKD$ dan nilai $z >$ nilai standar Maka hasil = “Akurat” Jika tidak hasil = “Tidak Akurat”

Penentuan akurasi berdasarkan: jika output adalah “Dalamjamkerja” dan $JSKS \leq BKD$ dan nilai $z < 7$ atau jika output adalah “Luarjamkerja” dan $JSKS > BKD$ dan nilai $z \geq 7$ maka hasilnya = “Akurat” jika tidak hasilnya = “Tidak Akurat” Maka diperoleh hasil akurasi sebesar 64.82%,

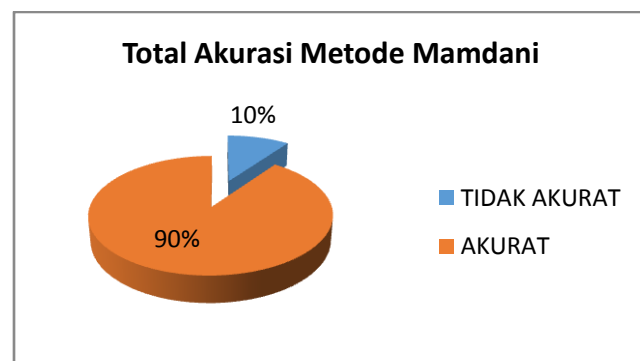


Gambar 8. Nilai akurasi metode sugeno untuk semester gasal TA 2012-2013

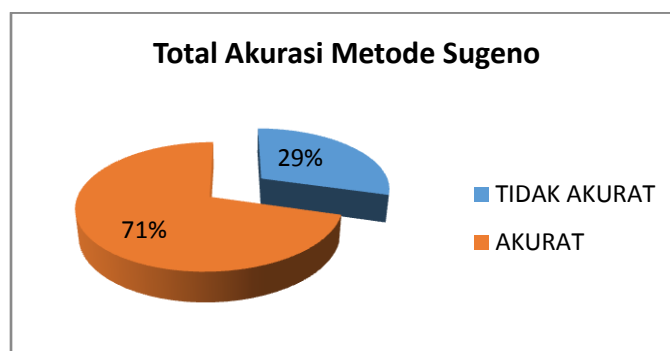


Gambar 9. Nilai akurasi metode sugeno untuk semester genap TA 2012-2013

Perolehan nilai untuk kedua semester yaitu diasumsikan sebagai total akurasi dari teori mamdani dan teori sugeno, terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 10. Total akurasi metode mamdani



Gambar 8. Total akurasi metode sugeno

Tabel 9.
Nilai total akurasi metode Mamdani

DOSEN	VARIABEL INPUT		JM	NILAI z MAMDANI	PEMBAGIAN JADWAL		HASIL
	JSKS	BKD			STANDART	OUTPUT	
1	24	12	5	14.75	5	luar jam kerja	akurat
2	9	12	3	3.57	5	dalam jam kerja	akurat
3	6	12	3	2.85	5	dalam jam kerja	akurat
4	0	12	3	3.05	5	dalam jam kerja	akurat
5	24	7	6	13.81	5	luar jam kerja	akurat
6	12	7	4	3.28	5	dalam jam kerja	tidak akurat
7	21	2	6	13.54	5	luar jam kerja	akurat
8	16	5	6	13,84	5	luar jam kerja	akurat
9	10	5	5	3.05	5	dalam jam kerja	tidak akurat
10	15	12	5	14.99	5	luar jam kerja	akurat
11	12	12	4	3.17	5	dalam jam kerja	tidak akurat
12	18	10	6	13.76	5	luar jam kerja	akurat
13	12	12	4	3.19	5	dalam jam kerja	tidak akurat
14	23	12	6	13.83	5	luar jam kerja	akurat
15	13	12	5	12.32	5	luar jam kerja	akurat
16	3	7	1	2.45	5	dalam jam kerja	akurat
17	4	12	2	2.86	5	dalam jam kerja	akurat
18	14	12	5	12.71	5	luar jam kerja	akurat
19	18	7	6	13.26	5	luar jam kerja	akurat
20	4	12	2	2.96	5	dalam jam kerja	akurat

Tabel 10.
Nilai total akurasi metode Sugeno

DOSEN	VARIABEL INPUT		JM	NILAI z MAMDANI	PEMBAGIAN JADWAL		HASIL
	JSKS	BKD			STANDART	OUTPUT	
1	12	12	4	125	7	luar jam kerja	akurat
2	18	12	6	7	7	dalam jam kerja	tidak akurat
3	15	12	6	7	7	dalam jam kerja	tidak akurat
4	12	12	4	7	7	dalam jam kerja	tidak akurat
5	18	7	6	140	7	luar jam kerja	akurat
6	24	2	6	7	7	luar jam kerja	akurat

7	12	5	6	125	7	luar jam kerja	akurat
8	6	12	6	100	7	luar jam kerja	akurat
9	16	12	6	7	7	luar jam kerja	akurat
10	18	11	3	99	7	luar jam kerja	akurat
11	7	12	6	7	7	luar jam kerja	akurat
12	18	12	3	110	7	luar jam kerja	akurat
13	4	12	6	7	7	luar jam kerja	tidak akurat
14	27	12	1	125	7	luar jam kerja	akurat
15	4	12	5	81	7	luar jam kerja	akurat
16	6	7	2	7	7	dalam jam kerja	tidak akurat
17	16	12	2	7	7	dalam jam kerja	tidak akurat
18	14	7	6	81	7	luar jam kerja	akurat
19	15	12	3	125	7	luar jam kerja	akurat
20	6	12	5	7	7	dalam jam kerja	tidak akurat

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian penerapan logika fuzzy dalam penjadwalan waktu kuliah sebagai berikut:

Pada tahapan proses desain sistem fuzzy secara umum dari metode Mamdani dan metode Sugeno mempunyai aktivitas yang sama, terdapat perbedaan pada tahapan bagian proses yang dilakukan, misalnya pada proses implikasi, agregasi, dan proses defuzzifikasinya. Metode Mamdani menggunakan proses defuzzifikasi centroid dan metode Sugeno menggunakan proses defuzzifikasi.

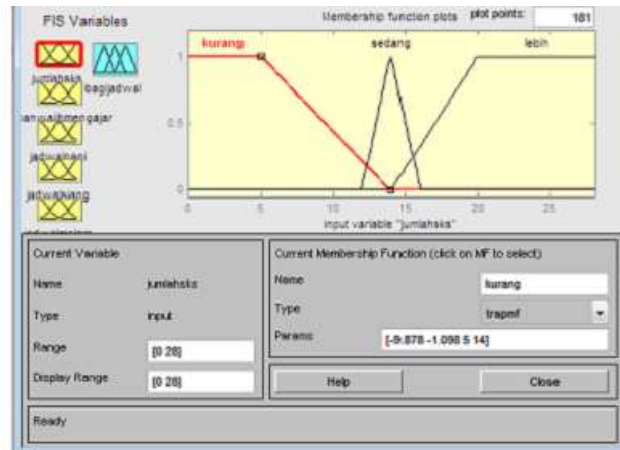
Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua kali proses pengujian yaitu data semester gasal tahun akademik 2012/2013 dan data semester genap tahun akademik 2012/2013, yang menghasilkan

nilai akurasi metode Mamdani sebesar 90.12%, dan metode Sugeno mempunyai nilai akurasi sebesar 70.63% dengan selisih nilai akurasi sebesar 19.60%, sehingga nilai perbandingan keduanya dihasilkan bahwa metode Mamdani mempunyai nilai akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai akurasi yang dimiliki dengan menggunakan metode Sugeno.

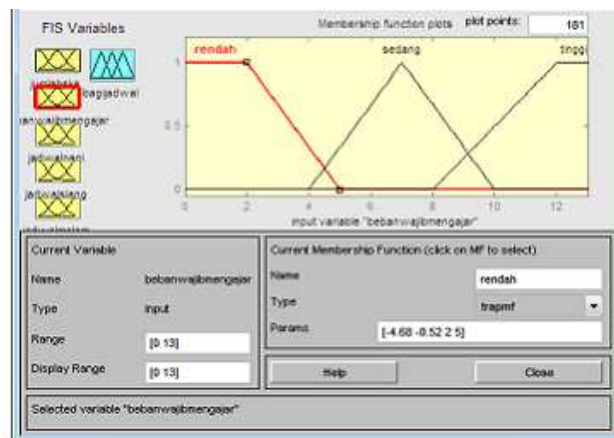
Penelitian penerapan logika fuzzy dapat membantu memecahkan masalah yang sifatnya fuzzy atau ketidakpastian. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan lebih banyak atribut-atribut agar nilai akurasi yang dihasilkan lebih mendekati benar juga diperlukan kumpulan data jadwal dan pengujian yang berulang-ulang agar diperoleh nilai akurasi yang lebih signifikan.

LAMPIRAN

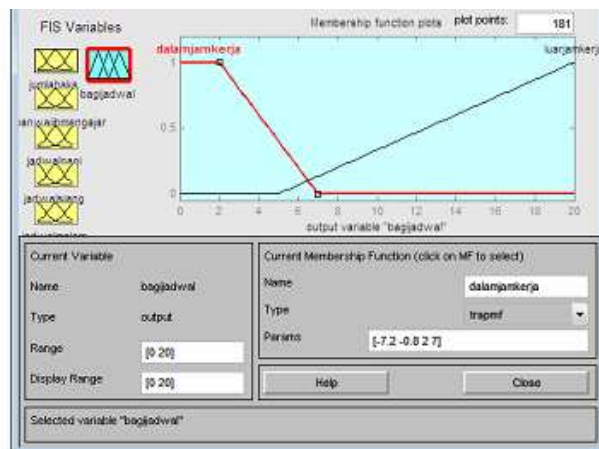
Fungsi keanggotaan variabel jumlah sks



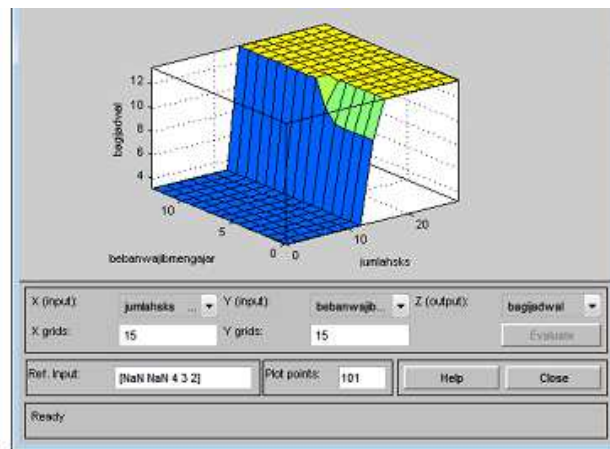
1. Fungsi keanggotaan variabel beban wajib mengajar



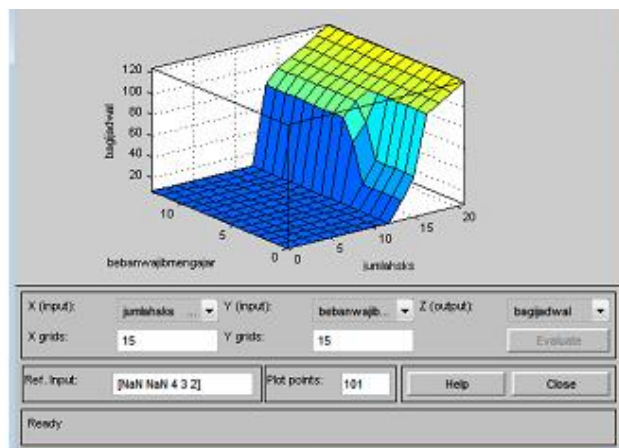
2. Fungsi keanggotaan variabel pembagian jadwal



3. Tampilan diagram Metode Mamdani



4. Tampilan diagram Metode Sugeno



DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. P. E. Pratiwi, "Analisis Kepuasan Konsumen Berdasarkan Tingkat Pelayanan dan Harga Kamar Menggunakan Alikasi Fuzzy dengan Matlab 3.5," Jurnal Ilmiah Teknik Industri, pp. 66-77, 2005.
- [2] S. K. S. muzid, "Membangun toolbox Metode Evolusi Fuzzy untuk Matlab," Jurnal UII, pp. 87-91, 2007.
- [3] J. Adamanti, Penyelesaian Masalah Penjadwalan Mata Kuliah di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dengan Menggunakan Algoritma Genetika, Yogyakarta: Universitas Gajah Mada, 2002.
- [4] J. E. A. K. K. H. Filho, "Adaptive Reference-Driven Decision-Making Process," dalam Proc ETFA: The IEEE International Conference on Fuzzy System, St. Louis, 2003.
- [5] X. e. a. Zhenhao, "Research on Job Shop Scheduling under Uncertainly," ACM, pp. 695-702, 2009.
- [6] S. Fang, "University Course Scheduling System (UCSS) a UML Application with Database and Visual Programming," Consortium for

- Computing Science in Colleges, pp. 160-169, 2005.
- [7] E. e. a. Combs, "The Course Scheduling Problem as s Source of Student Project," ACM New York, USA, pp. 81-85, 2005.
 - [8] M. E. S. V. Sutojo, Kecerdasan Buatan, Yogyakarta: Penerbit ANDI Yogyakarta, 2011.
 - [9] S. Kusumadewi, Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasi), Yogyakarta: Graha Ilmu, 2003.
 - [10] S. P. H. Kusumadewi, Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
 - [11] A. Naba, Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan Matlab, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2009.